تأثیر پوشش خوراکی بر پایه‌ی ژلاتین حامل آنتی‌اکسیدان بر پایداری اکسیداتیو پسته‌ی برشته شده

سارا خشنودی‌نیا*[1]، ناصر صداقت[2]، سمیرا سیدی مرغکی[1]
1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: sarakhoshnoudi@yahoo.com

چکیده :

هدف از این پژوهش استفاده از پوشش خوراکی ژلاتین حاوی آنتی‌اکسیدان به‌منظور افزایش پایداری اکسیداتیو پسته‌ی برشته است. پسته‌ی اوحدی بعد از برشته شدن با 4 پوشش مختلف (ژلاتین+ اسیدآسکوربیک، ژلاتین + پروپیل‌گالات، ژلاتین+ اسیدآسکوربیک + پروپیل‌گالات، پروپیل گالات+ اسیدآسکوربیک) پوشانیده و در بسته‌های متالیزه (PET/PE) برای سه ماه در شرایط تسریع‌شده (دو دمای°C 35 و 50) نگهداری شد. اندازه‌گیری شاخص پراکسید، آنیزیدین و مقدار اسیدهای‌چرب‌آزاد به‌فواصل یک ماه صورت گرفت. نتایج نشان داد شاخص‌های اکسیداتیو تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) در بین نمونه‌های حاوی پوشش ژلاتین و نمونه‌ی شاهد دارد. که این امر به دلیل قدرت محافظت‌کنندگی پوشش‌پروتئینی ژلاتین حاوی آنتی‌اکسیدان در برابر نفوذ اکسیژن است. کاهش اسیدهای چرب آزاد نیز می‌تواند به دلیل ممانعت‌کنندگی پوشش حاوی پلاستی‌سایزر گلیسرول در برابر نفوذ رطوبت باشد. بنابراین می‌توان اکسیداسیون در پسته را که یکی از مهم‌ترین علل کاهش کیفیت این محصول است را با استفاده از پوشش خوراکی پروتئینی ژلاتین کنترل کرد.

واژه های کلیدی: *"پوشش خوراکی ژلاتین"، "پسته"، "آنتی‌اکسیدان، "پایداری اکسیداتیو"، " زمان ماندگاری".*

مقدمه:

پسته[1] دانه‌ی آجیلی مغذی و خوش‌طعمی است که در سال‌های اخیر تجارت آن به دلیل افزایش تقاضای مصرف‌کننده رو به افزایش است. پسته حاوی ترکیبات بیواکتیو مهمی چون پروتئین (٪23)، کربوهیدرات (٪19)، رطوبت (٪ 5-3)، ویتامین (به ویژه ویتامین‌های E و B، مواد معدنی (آهن، منیزیم، کلسیم، پتاسیم و فسفر) فیبر و دیگر ترکیبات ریزمغذی است اما شاید مهم‌ترین ترکیب پسته چربی و به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع (لینولئیک، لینولنیک و اولئیک اسید) باشد (راعی و جعفری، 2011). محتوی اسیدچرب غیراشباع بالا در پسته و سایر دانه‌های آجیلی این محصولات را مستعد اکسیداسیون می‌سازد. یکی از روش‌های نوین کنترل اکسیداسیون و رنسیدیتی استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. فیلم و پوشش‌های خوراکی موانع نیمه نیمه‌تراوایی در برابر انتقال رطوبت و گاز درون و بیرون غذا ست بنابراین زمان ماندگاری غذاهای حاوی چربی را بهبود بخشیده و واکنش‌های مخرب را محدود می‌سازد (عبدالحق و همکاران، 2013). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی پروتئینی و کربوهیدراتی به دلیل ساختار شبکه‌ی هیدروژنی منظم موانع بسیار خوبی در برابر اکسیژن هستند. ژلاتین پروتئینی است که دامنه‌ی وسیعی از ویژگی‌های کاربردی را شامل می‌شود که یکی از این کاربردها استفاده از آن به عنوان فیلم و پوشش خوراکی است. فیلم‌ها و پوشش‌های ژلاتین در رطوبت نسبی پایین موانع بسیار خوبی در برابر اکسیژن هستند (بالدوین، 2007). در سال‌های تحقیقات زیادی در زمینه‌ی استفاده از پوشش‌های خوراکی در دانه‌های آجیلی صورت گرفته است. پوشش‌هایی چون ایزوله‌ی پروتئین آب‌پنیر (لی و همکاران، 2002)، سویا (کنگ و همکاران، 2013)، صمغ کردیا (عبدالحق و همکاران، 2013)، CMC (کنگ و همکاران، 2013) بر روی دانه‌های آجیلی چون بادام، بادام زمینی، دانه بلوط، گردو و دانه‌ی صنوبر مورد در سال‌های اخیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. گاها از آنتی‌اکسیدان‌ها نیز در ساختار این پوشش‌ها به منظور افزایش کارایی نیز استفاده شده است (عبدالحق و همکاران، 2013؛ مین و کراچتا، 2007)

با این‌حال تاکنون تحقیقات چندانی در استفاده از پوشش‌های خوراکی بر پایداری اکسیداتیو پسته صورت نگرفته است. ضمن آن‌که تاکنون از پوشش ژلاتین با وجود پتانسیل بالا برای پوشش‌دهی دانه‌های آجیلی، بهره گرفته نشده‌است. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر پوشش خوراکی ژلاتین به عنوان یک ماده‌ی پروتئینی ارزان و در دسترس به همراه آنتی‌اکسیدان‌های تجاری اسیدآسکوربیک و پروپیل‌گالات به‌منظور افزایش پایداری اکسیداتیو پسته است. در این مطالعه پوشش خوراکی ژلاتین حاوی آنتی‌اکسیدان بر ویژگی‌های شیمیای پسته‌ی برشته شده‌ی اوحدی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پسته‌ی رقم اوحدی یکی از تجاری‌ترین ارقام پسته‌ی ایران است که به‌دلیل نسبت بالای اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع (محمدی و همکاران، 2007) نسبت به سایر ارقام حساسیت بیش‌تری به اکسیداسیون دارد، لذا در این پژوهش از این رقم استفاده شد.

[1]. Pistacia Vera L.

مواد و روش:

مواد: پسته‌ی برشته شده (دمای°C 143، به مدت 6 دقیقه) واریته اوحدی (تهیه شده از شرکت پستیژ خاورمیانه)، ژلاتین گاوی (تهیه شده از شرکت ژلاتین آریای مشهد)، اسیدآسکوربیک (مرک آلمان)، پروپیل‌گالات (سیگماریچ)، ماده‌ی بسته‌بندی (فیلم متالیزه‌ی PET/*met*PE به ضخامت 80 میکرون، تهیه شده از شرکت پستیژ)، گلیسرول (مرک).

تهیه محلول پوشش خوراکی ژلاتین: برای تهیه محلول پوشش خوراکی مورد استفاده در این پژوهش محلول 4٪ w/v ژلاتین با استفاده از آب دیونیزه تهیه شد و به دمای °C 80-70 رسید و به مدت 30 دقیقه هم زده شد تا ژلاتین کاملاً در آب حل شود. سپس محلول تا دمای محیط سرد و به نسبت 30 ٪ وزن پودر ژلاتین، گلیسرول به عنوان پلاستی‌سایزر به این ترکیب افزوده و به مدت 10 دقیقه هم زده شد (نورحنانی و همکاران، 2012). سپس با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های اسید آسکوربیک (1٪ w/v) و پروپیل گالات (100 ppm) پوشش حاوی ژلاتین تهیه شد.

پوشش‌دهی نمونه‌ها: 5 تیمار مورد استفاده در این پژوهش در جدول 1 لیست شده‌اند. پسته‌ها با محلول‌های مورد نظر به روش اسپری به‌خوبی پوشانده شدند و در آون °C 35 به مدت 10 ساعت خشک شدند. نمونه‌ها در بسته‌های 100 گرمی در سه تکرار تهیه و در شرایط نگهداری تسریع شده در دو دمای 35 و 50 درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت 3 ماه نگهداری شدند. دماهای ذخیره‌سازی بر اساس مطالعات انجام شده بر روی زمان‌ماندگاری غذاهای دهیدراته انتخاب شد (17). نمونه‌ها در انتهای هر ماه از آون خارج و آزمون‌های مربوطه بر روی آن‌ها انجام گرفت.

جدول 1: تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش

کد پوشش	پوشش	آنتی‌اکسیدان	غلظت*
T_{CO}	-**	-	-
T_{AP}	-	پروپیل گالات + اسید آسکوربیک	٪1 w/v + 100ppm
T_{GP}	ژلاتین	پروپیل گالات	100 ppm
T_{GA}	ژلاتین	اسید آسکوربیک	٪1 w/v
T_{GAP}	ژلاتین	پروپیل گالات + اسید آسکوربیک	٪1 w/v + 100ppm

* غلظت بر پایه محلول پوشش در نظر گرفته شده است.

** خط تیره (-) به معنی عدم استفاده از پوشش یا آنتی‌اکسیدان است.

استخراج روغن: 40 گرم از مغز پسته آسیاب و به روش استخراج سرد توسط حلال n- هگزان روغن‌گیری شد. حلال در دمای پایین و زیر هود تحت خلأ تبخیر شد. روغن حاصله جمع‌آوری و تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای °C 18- نگه‌داری شد.

اسیدهای‌چرب‌آزاد (FFA): این شاخص بر اساس اسید اولئیک وجود در روغن پسته به روش تیتراسیون AOAC و با استفاده از محلول 0/4درصد هیدروکسیدسدیم اندازه‌گیری شد

اندیس پراکسید (PV): به روش فدراسیون بین‌المللی لبنیات (IDF) و با استفاده از اسپکتروفتومتر سری 2100 UV و در طول موج جذبی 500 نانومتر بر اساس میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن اندازه‌گیری شد.

اندیس آنیزیدین (P-AV): به روش AOAC اسپکتروفتومتر سری 2100 UV در طول موج 350 نانومتر اندازه‌گیری شد.

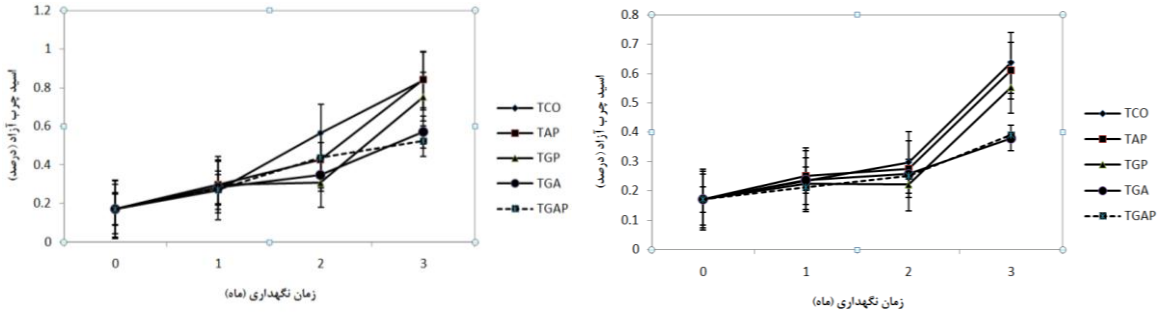
آنالیز آماری: آزمایشات در سه تکرار انجام در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی انجام و آنالیز واریانس (ANOVA) توسط نرم‌افزار Minitab-16 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با سطح اطمینان 5 درصد و به روش آزمون توکی صورت گرفت.

نتایج و بحث:

اسیدهای‌چرب‌آزاد: اسیدهای چرب‌آزاد نتیجه‌ی هیدرولیز آنزیمی تری‌گلیسریدهاست که گرما و رطوبت کاتالیزورهای این واکنش هستند. این ترکیبات در اتواکسیداسیون شرکت کرده و ترکیباتی را تولید می‌کنند که مسئول طعم و بوی نامطلوب در محصولات روغنی هستند. آنزیم‌های لیپولتیک درست در زیر پوسته‌ی نازک پسته واقع شده‌اند و تا زمانی که سلول‌های پسته آسیب ندیده باشند نمی‌توانند به چربی حمله کنند، اما از آن‌جایی که حرارت در طی برشته کردن سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می‌شود و هم‌چنین مقاومت بالای آنزیم استراز افزایش معنی‌داری در اسیدچرب آزاد در پسته‌های برشته دیده می‌شود.

بررسی اثر ساده‌ی پوشش بر روی این شاخص نشان داد، بین نمونه شاهد و چهار فرمولاسیون دیگر تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) وجود دارد، نمونه‌های TAP و TGP نسبت به نمونه‌ی شاهد به طور معنی‌داری محتوی اسیدچرب‌آزاد کم‌تری بوده با این حال بین این دو تیمار تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($p>0/05$). نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین حاوی اسیدآسکوربیک (TGA و TGAP) نیز به طور معنی‌داری محتوی اسیدچرب آزاد کم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها بودند اما این دو نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. پوشش‌های خوراکی ماده‌ی غذایی و هم‌چنین ترکیبات فعال موجود در پوشش را در برابر رطوبت و دما حفظ می‌کنند (جیمز و همکاران، 2004) لذا استفاده از پوشش خوراکی ژلاتین حاوی آنتی‌اکسیدان سرعت تشکیل اسیدچرب‌آزاد را در پسته کاهش داد. مقادیر اسیدچرب آزاد تیمارهای مختلف طی نگهداری در دو دمای °C 35 و 50 در شکل 1 نشان داده شده است. با

گذشت زمان در همه‌ی تیمارها میزان اسید چرب آزاد پسته‌ی برشته شده به طور معنی‌داری افزایش یافته است، این روند در تیمار شاهد با شدت بیش‌تری صورت گرفت. این میزان افزایش در دمای 50° C به طور معنی‌داری ($p<0/05$) بیش‌تر از دمای 35° C بود. با افزایش دما سرعت واکنش‌های شیمیایی افزایش می‌یابد و همین امر موجب افزایش سرعت واکنش‌های هیدرولیک و متعاقبا افزایش تولید اسید چرب آزاد در دمای بالاتر شد. مهیار و همکاران (2012) اثر پوشش پروتئین آب‌پنیر به همراه موم زنبور عسل را بر روی گردو و دانه‌ی صنوبر بررسی کردند، نتایج نشان داد پوشش خوراکی به طور معنی‌داری روند تولید اسیدهای چرب آزاد را کاهش می‌دهد (مهیار و همکاران، 2012). نوع آنتی‌اکسیدان افزوده شده در این پژوهش تأثیر معنی‌داری در کاهش رنسیدیتی داشت به طوری که اسیدآسکوربیک در این زمینه عملکرد مؤثرتری نسبت به پروپیل‌گالات داشت. نتایج پژوهش نیک‌زاده و صداقت (1388) در مورد افزودن اسیدآسکوربیک به پسته برشته‌شده نشان داد میزان اسیدچرب‌آزاد در نمونه‌های حاوی 1 و 2 درصد اسید آسکوربیک، در طی زمان نگهداری کم‌تر از نمونه‌ی شاهد بوده است. زیرا حضور آنتی‌اکسیدان در این نمونه‌ها مانع از ادامه اکسیداسیون و شرکت اسیدهای چرب آزاد در این واکنش شده است (نیک‌زاده و صداقت، 1388).



(الف) (ب)

شکل 1: اثر متقابل نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر میزان اسیدچرب آزاد در دمای الف) 35 درجه‌ی سانتی‌گراد و ب) 50 درجه‌ی سانتی‌گراد

اندیس پراکسید (P-V)

اندیس پراکسید، معیاری جهت اندازه‌گیری هیدروپراکسیدها است. هیدروپراکسیدها به عنوان محصولات اولیه اکسیداسیون در روغن‌ها و چربی‌ها شناخته شده‌اند که ممکن است به فرآورده‌های ثانویه‌ی فرار و غیرفرار تجزیه شوند. اندیس پراکسید شناساگر مناسبی برای تشخیص مراحل اولیه اکسیداسیون است (27). اثرات ساده‌ی و متقابل کلیه‌ی تیمارها بر روی شاخص پراکسید در جدول 1-4 نمایش داده شده است.

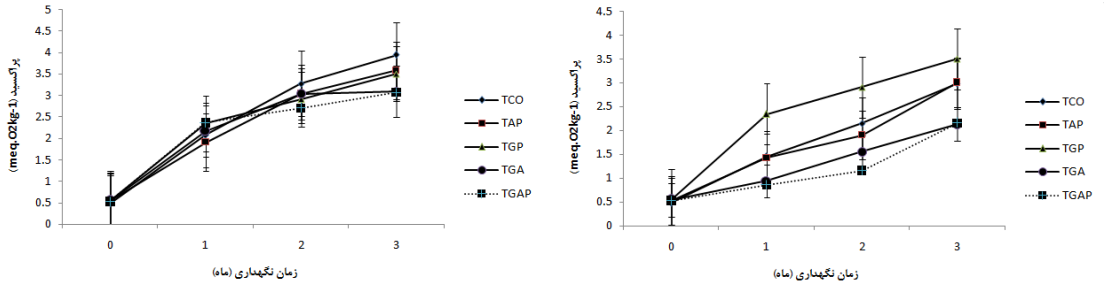
شکل 2 اثر ساده‌ی پوشش خوراکی بر شاخص پراکسید را نشان می‌دهد، همان‌طور که مشخص است، شاخص پراکسید در نمونه‌های پوشش‌داده شده با ژلاتین حاوی آنتی‌اکسیدان به طور معنی‌داری ($p\leq0/05$) کم‌تر از نمونه‌ی شاهد است و به عبارتی حضور پوشش ژلاتینی بر روی پسته‌ی برشته شده توانسته روند افزایش پراکسید در شرایط نگهداری تسریع شده کنترل کند (شکل 2). پوشش‌خوراکی ژلاتین به طور مؤثری توانست بر میزان اکسیداسیون اثرگذار باشد که دلیل آن را می‌توان خاصیت ممانعت‌کنندگی خوب پوشش‌های پروتئینی از جمله ژلاتین در برابر نفوذ اکسیژن دانست (بالدین، 2007).

نتایج نشان داد تغییر در عدد پراکسید در تمام نمونه‌ها در طول زمان ماندگاری به طور معنی‌داری ($p\leq0/05$) افزایش یافته است. اما این روند افزایشی در نمونه‌های حاوی پوشش با شیب کم‌تری صورت گرفت. همان‌طور که گفته شد پوشش ژلاتین تأثیر خوبی بر کاهش روند اکسیداسیون داشته است، این عمل ژلاتین را از سویی می‌توان به آمینواسیدهای ژلاتین چون پرولین، گلسین و هیدروکسی‌پرولین که پتانسیل خوبی برای جذب رادیکال‌های آزاد دارند نسبت داد (مندیس و همکاران، 2004، کیم و همکاران، 2001) و از سویی شبکه منظم ژلاتین و ممانعت خوب آن در برابر گازها دلیل دیگری بر تأثیرگذاری ژلاتین در کاهش اکسیداسیون می‌باشد (کینگ و همکاران، 2013).

بررسی اثر متقابل دما و پوشش خوراکی مشخص شد، بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده در دمای 50 °C اختلاف معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود داشت، اما تفاوت بین پوشش‌های مختلف این تفاوت معنی‌دار نبود. با این حال در دمای 35 °C، تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) بین نمونه‌ی شاهد با سایر تیمارها مشاهده شد. محققان دیگری نیز به بررسی اثر پوشش‌های مختلف خوراکی بر پایدار اکسیداتیو دانه‌های آجیلی پرداختند برای مثال در بررسی اثر پوشش خوراکی پروتئین آب‌پنیر-اسیدآسکوربیک بر روی پایداری بادام‌زمینی برشته نشان داد، استفاده از آنتی‌اکسیدان در ترکیب پوشش خوراکی توانست به طور معنی‌داری باعث افزایش پایداری اکسیداتیو محصول شود (مین و کراچتا، 2007). عبدالحق و همکاران (2013) در مقایسه‌ی بین اندیس پراکسید در مغز دانه‌ی صنوبر پوشش داده شده با کربوکسی متیل سلولز و نمونه‌ی کنترل به این نتیجه رسیدند که روند افزایش این اندیس در نمونه‌های پوشش‌داده شده به طور معنی‌داری کم‌تر از نمونه‌ی شاهد است (عبدالحق و همکاران، 2013). هم‌چنین در آزمونی که مهیار و همکاران (2012) بر روی پایداری اکسیداتیو گردو و دانه‌ی صنوبر پوشش‌داده شده با ایزوله‌ی پروتئین آب‌پنیر و نشاسته نخود فرنگی و موم کارنوبا انجام دادند نیز مشخص شد پوشش خوراکی پروتئین آب‌پنیر به همراه موم کارنوبا (به عنوان پلاستی‌سایزر) نقش مؤثری در کاهش روند صعودی

عدد پراکسید داشته است (مهیار و همکاران، 2012). گانگا و همکاران (2008) نیز پروتئین آب پنیر را بر پاداری اکسیداتیو بلوط تازه و برشته ارزیابی کردند و بلوط پوشش‌داده شده را مقاوم‌تر به اکسیداسیون اعلام کردند (گانگا و همکاران، 2008).

بسیاری از محققین دما را در میزان نفوذپذیری پوشش به گازها به عنوان یک فاکتور بحرانی دانسته‌اند. آن‌ها بیان داشته‌اند که افزایش دما (به ویژه دماهای بالاتر از دمای گذار شیشه‌ای[2]) باعث افزایش حرکت پلیمرها و متعاقباً افزایش نفوذپذیری پوشش می‌شود (بالدوین 2007) دامنه دمای گذار شیشه‌ای برای فیلم‌ها و پوشش‌های ژلاتینی بین دمای محیط در رطوبت‌ها بالای 80 درصد تا 110 °C در رطوبت 15٪ برآورد شده است (دای و لیو، 2006). میت و کراچتا (1997) نیز دمای 37 درجه‌ی سانتی‌گراد را در مورد پروتئین آب‌پنیر دمای بحرانی اعلام کردند (میت و کراچتا، 1997). مهیار و همکاران (2012) بیان کردند پوشش پروتیئن آب پنیر در دمای 50 درجه‌ی سانتی‌گراد اثربخشی کم‌تری نسبت به دمای 35 درجه‌ی سانتی‌گراد دارد، آن‌ها نیز دلیل این امر را افزایش نفوذپذیری پوشش خوراکی به اکسیژن با افزایش دمای نگهداری اعلام کردند (مهیار و همکاران، 2012). در این پژوهش نیز در دمای 50 °C با این‌که بین نمونه‌ی شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت بین انواع پوشش‌ها این تفاوت دیده نشد و به نظر می‌رسد از میزان اثر بخشی پوشش ژلاتین در دماهای بالا به طور معنی‌داری کاسته شده است. با این حال برخی پژوهشگران در مطالعاتشان به نتایج متفاوتی اشاره کرده‌اند و پوشش پروتئین آب‌پنیر را در دمای50°C در کاهش سرعت اکسیداسیون مؤثر اعلام کردند (مهیار و همکاران 2012؛ مین و کراچتا، 2007). در مقایسه بین دو آنتی‌اکسیدان هم باید گفت اسیدآسکوربیک به طور معنی‌داری عملکرد بهتری از پروپیل‌گالات داشت. مین و کراچتا (2007) و اتارس و همکاران (2011) گزارش کردند که افزودن اسیدآسکوربیک به پوشش خوراکی به طور معنی‌داری باعث کاهش اکسیداسیون می‌شوند. این امر نمی‌تواند تنها به طبیعت شیمیایی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات باشد، بلکه افزودن این ترکیبات می‌تواند باعث فعل و انفعالات در ساختارماتریکس پوشش شده و با ایجاد کراس‌لینکینگ در پوشش باعث بهبود ساختار و کاهش انتقال اکسیژن از میان پوشش می‌شوند (اتارس، 2011). به علاوه افزودن ترکیبات قطبی (آنتی‌اکسیدان پروپیل گالات و یا اسیدآسکوربیک) در ترکیب ماتریکس پوشش خوراکی باعث نفوذ ترکیب غیرقطبی اکسیژن را به داخل پوشش کاهش می‌دهد و خصوصیات ممانعت کنندگی پوشش را بهبود می‌بخشد (مهیار و همکاران، 2012) بنابراین حضور این ترکیبات در ماتریکس به طور مؤثری توانسته اکسیداسیون را در پسته برشته کاهش دهد. مقایسه ترکیب پوشش TAP و TGAP نشان می‌دهد در ماه دوم نگهداری در دمای 35 درجه‌ی سانتی‌گراد عملا پوشش TAP اثربخشی خود را از دست داده است در حالی که پوشش TGAP هم‌چنان خاصیت آنتی‌اکسیدان خود را به خوبی حفظ کرده است. بررسی‌ها نشان داده افزودن مواد بیواکتیو از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها به پوشش ضمن این‌که مواد آنتی‌اکسیدانی را از گرما و از رطوبت و آسیب‌ها در امان نگه می‌دارد با انتشار کنترل‌شده‌ی مواد بیواکتیو اثر آن‌ها را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند (بالدوین، 2007). در مجموع وجود پوشش‌های خوراکی ژلاتینی حاوی آنتی‌اکسیدان به طور مؤثری توانسته پسته‌ی برشته و به ویژه در دمای 35 درجه‌ی سانتی‌گراد در مقابل اکسیداسیون حفظ کند و کیفیت اولیه محصول را برای مدت طولانی‌تری نسبت به نمونه‌ی شاهد حفظ کند.



(ب) (الف)

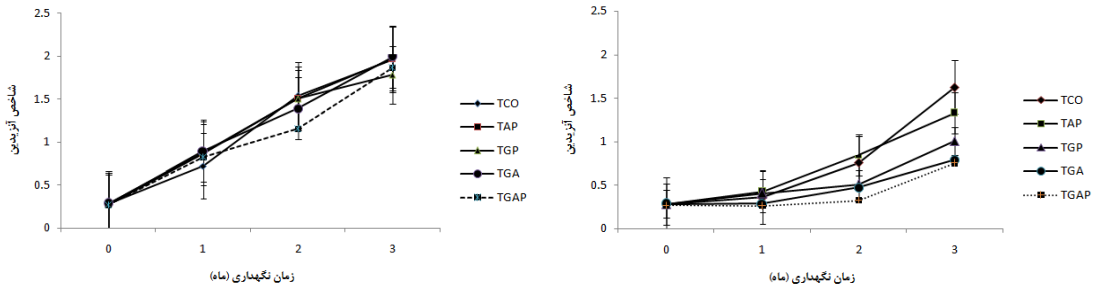
شکل 2: اثر متقابل نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر شاخص پراکسید در دمای الف) 35 درجه‌ی سانتی‌گراد و ب) 50 درجه‌ی سانتی‌گراد

شاخص آنیزیدین: شاخص آنیزیدین مؤید محصولات ثانویه اکسیداسیون است که از تخریب هیدروپراکسیدها حاصل می‌شوند در واقع هیدروکسیدها پیش‌ساز تولید ترکیبات مسئول ایجاد طعم و بوی رنسیدیتی در محصول هستند، که با اندیس آنیزیدین قابل تشخیص‌اند (شهیدی و ژانگ، 2005). بررسی اثر ساده‌ی پوشش نشان داد علی‌رغم این‌که پسته‌های تیمار شده با پوشش TPA میانگین شاخص آنیزیدین کم‌تری را نسبت به نمونه‌ی شاهد نشان داد اما این تفاوت در سطح 5 درصد معنی‌دار نبود. پسته‌های حاوی پوشش ژلاتین-آنتی‌اکسیدان به طور معنی‌داری اندیس آنیزیدین کم‌تری را نسبت به نمونه‌ی شاهد نشان دادند. در بین سه پوشش ژلاتینی نیز پوشش‌های حاوی آنتی‌اکسیدان اسیدآسکوربیک نتایج بهتری را حاصل کردند به پوشش ژلاتینی حاوی پروپیل‌گالات با وجود این‌که با نمونه‌ی شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند اما میزان آنیزیدین در آن‌ها با نمونه‌ی TPA تفاوت

[2]. glass transition temperature

معنی‌داری نداشت. شکل تغییر شاخص آنزیدین در دو دمای°C 35 و 50 در سه ماه نگهداری پسته‌ی برشته شده را نشان می‌دهد (شکل 3). این نتایج با نتایج تحقیقات محققین دیگر هم‌خوانی داشت. بررسی اثر متقابل زمان و پوشش خوراکی در دمای °C 35 نشان داد تا پایان ماه دوم نگهداری هیچ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود ندارد، اما در پایان ماه سوم تفاوت بین فرمولاسیون‌های مختلف به طور معنی‌داری دیده می‌شود در پایان این ماه پوشش TGAP کم‌ترین و نمونه‌ی شاهد بیش‌ترین مقدار شاخص آنیزیدین را داشتند. (شکل 3). در دمای 50 درجه‌ی سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری بین پوشش‌های مختلف وجود نداشت.

عبدالحق و همکاران (2013) با برآورد شاخص آنیزیدین در دانه‌های صنوبر پوشش داده شده با صمغ کردیا و CMC نشان دادند استفاده از پوشش خوراکی اثر معنی‌داری در کاهش شاخص آنیزیدین داشته است، هم‌چنین وجود آنتی‌اکسیدان (آلفا توکوفرول) در پوشش خوراکی تأثیر معنی‌داری در کاهش روند صعودی این شاخص داشت (عبدالحق و همکاران، 2013). مین و کراچتا، 2007 اندیس تیوباربیتوریک را به عنوان شاخص محصولات ثانویه در بادام‌زمینی برشته شده و پوشش داده شده با ایزوله‌ی پروتئین آب‌پنیر مورد بررسی قرار داد، نتایج نشان داد، بعد از 40 و 65 روز نگهداری به ترتیب در دمای 50 و 35 درجه‌ی سانتی‌گراد اندیس تیوباربیتوریک اختلاف معنی‌داری در نمونه‌های دارای پوشش و بدون پوشش نداشته است. اما بعد از این زمان اختلاف به ویژه بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی پوشش داده شده‌ی حاوی اسید آسکوربیک معنی‌دار بود (مین و کراچتا، 2007). بررسی اثرات ساده‌ی دما و زمان نیز نشان داد تفاوت معنی‌داری ($p < 0/05$) بین دو دمای °C 35 و 50 و زمان‌های مختلف نگهداری وجود دارد. و با افزایش دما و زمان نگهداری شاخص آنیزدین به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.



(ب) (الف)

شکل 3: اثر متقابل نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر شاخص آنزیدین در دمای الف) 35 درجه‌ی سانتی‌گراد و ب) 50 درجه‌ی سانتی‌گراد

نتیجه‌گیری:

ژلاتین می‌تواند به عنوان یک پوشش خوراکی تجاری و مقرون به صرفه به منظور کاهش روند اکسیداسیون مورد استفاده قرار گیرد نتایج این پژوهش نشان داد به کارگیری پوشش خوراکی حاوی ژلاتین به ویژه پوشش ژلاتین- اسیدآسکوربیک پتانسیل خوبی در کاهش سرعت اکسیداسیون و در نتیجه افزایش ماندگاری پسته‌ی برشته دارد.

منابع:

1- Abdul Haq, M., Junaid Alam, M., Hasnain, A., 2011, Gum Cordia: A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza (Pinus gerardiana). LWT - Food Science and Technology, 50, 306-311.

2- Atares, L., Perez-Masia, R. & Chiralt, A. 2011. The role of some antioxidants in the HPMC film properties and lipid protection in coated roasted almonds. Food Engineering, 104, 649–656.

3- Baldwin. E.A., 2007, Surface treatments and edible coatings in food preservation. In: Rahman MS, editor, Handbook of Food Preservation. Florida- USA. Boca Raton. CRC Press, 475-508

4- Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., Chiralt, A., 2012, Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. Food Engineering, 110, 208–213.

5- Dai, C.A., Liu, M.W., 2006, The effect of crystallinity and aging enthalpy on the mechanical properties of gelatin films. Materials Science and Engineering, A 423, 121–127.

6- Gounga, M.E., Xu, S.Y, Wang , Z., Yang W.G., 2008, Effect of whey protein isolate-pullulan edible coatings on the quality and shelf life of freshly roasted and freeze-dried Chinese chestnut. Food scienc, 73(4), E155-161.

7- Jimenez ,M., Garcia, H.S., Bristain, C.I, 2004, Spray-Drying microencapsulation and oxidative stability of conjugated linoleic acid. European Food Research and Technology, 219, 588-592.

8- Kang, H.J., Kim, S.J.,You, Y.S., 2013, Lacroix M, Han J. Inhibitory effect of soy protein coating formulations on walnut (Juglans regia L.) kernels against lipid oxidation. LWT - Food Science and Technology, 51 (1), 393-396.

9- Lee, S.Y., Krochta J.M., 2002, Accelerated shelf life testing of whey-protein-coated peanuts analyzed by static headspace gas chromatography. Agricultural and Food Chemistry, 50: 2022–2028.

10- Maté, J.I., Krochta, J.M., Whey Protein and Acetylated Monoglyceride Edible Coatings: Effect on the Rancidity Process of Walnuts. Agricultural and Food Chemistry 1997; 45 (7): 2509–2513.

11- Mehyar, G.F., Al-Ismail, K.H., Han, J.H., 2012, Chee GW. Characterization of Edible Coatings Consisting of Pea Starch, Whey Protein Isolate, and Carnauba Wax and their Effects on Oil Rancidity and Sensory Properties of Walnuts and Pine Nuts. Food Scienc, E1-E8.

12- Min, S., Krochta ,J.M., 1997, Ascorbic Acid-Containing Whey Protein Film Coatings for Control of Oxidation. Agricultural and Food Chemistry 2007; 55 (8): 2964-9.

13- Mohammadi, N., Safari, M., Fatemi, S.H., Hamedi, M., 2007, Journal of agriculture science and nature resource, 14 (1): 1-9 [in persian].

14- Nur Hanani, Z.A., Roos, Y.H., Kerry, J.P., 2012, Use of beef, pork and fish gelatin sources in the manufacture of films and assessment of their composition and mechanical properties, Food Hydrocolloids, 29: 144-151.

15- Raei, M., Jafari, S.M., 2011, Influence of different packaging materials and storage conditions on the quality attributes of pistachio (pistacia vera l.) cv. Ohadi. Annals. Food Science and Technology, 12 (2). 179-185.